

(19) 日本国特許庁 (JP)

# 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-230198

(P 2 0 0 3 - 2 3 0 1 9 8 A)

(43) 公開日 平成15年8月15日 (2003. 8. 15)

(51) Int. Cl.

H04S 5/02

識別記号

F I

テマコード (参考)

H03H 17/02

601

613

H04S 5/02

F 5D062

B

H03H 17/02

601 L

613 B

審査請求 未請求 請求項の数 5 ○ L (全17頁)

(21) 出願番号 特願2002-25120 (P 2002-25120)

(22) 出願日 平成14年2月1日 (2002. 2. 1)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 水野 耕

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(72) 発明者 寺井 賢一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

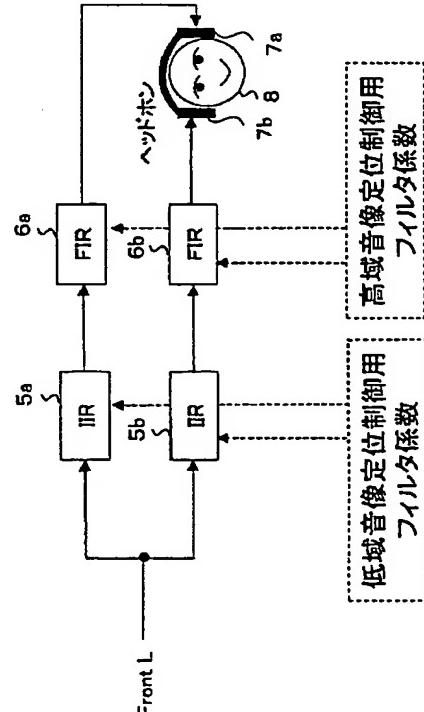
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】音像定位制御装置

### (57) 【要約】

【課題】 所定位置に設置したスピーカから再生する音響特性を別の位置に設置したスピーカ或いはヘッドホンで再現する音像定位制御装置に関し、信号処理演算量を軽減し、かつ良好な音像定位制御効果を得る。

【解決手段】 頭部音響伝達関数が複雑な特性を示す高周波数帯域においては、有限インパルス応答型 (FIR) フィルタ処理によって再生手段の特性を頭部音響伝達関数の特性に補正し、頭部音響伝達関数の特性を両耳レベル差と両耳時間差によって表現できる低周波数帯域においては、無限インパルス応答型 (IIR) フィルタ処理とゲイン設定と遅延処理によって再生手段の特性を頭部音響伝達関数の特性に補正する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】音響信号を入力し低周波数帯域の音像定位制御を行う第1の無限インパルス応答型フィルタと、前記第1の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力し高周波数帯域の音像定位制御を行う第1の有限インパルス応答型フィルタと、音響信号を入力し低周波数帯域の音像定位制御を行う第2の無限インパルス応答型フィルタと、前記第2の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力し高周波数帯域の音像定位制御を行う第2の有限インパルス応答型フィルタと、前記第1の有限インパルス応答型フィルタの出力信号と前記第2の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を再生する音響再生手段とを備えたことを特徴とする音像定位制御装置。

【請求項2】音響信号を入力する第1の無限インパルス応答型フィルタと、前記第1の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第1のゲイン設定器と、前記第1のゲイン設定器の出力信号を入力する第1の遅延器と、前記第1の遅延器の出力信号を入力する第1の有限インパルス応答型フィルタと、音響信号を入力する第2の無限インパルス応答型フィルタと、前記第2の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第2のゲイン設定器と、前記第2のゲイン設定器の出力信号を入力する第2の遅延器と、前記第2の遅延器の出力信号を入力する第2の有限インパルス応答型フィルタと、前記第1の有限インパルス応答型フィルタの出力信号と前記第2の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を再生する音響再生手段とを備えた音像定位制御装置であって、前記第1の無限インパルス応答型フィルタと第1のゲイン設定器と第1の遅延器と前記第2の無限インパルス応答型フィルタと第2のゲイン設定器と第2の遅延器は音響信号の低周波数帯域の音像定位制御を行い、前記第1の有限インパルス応答型フィルタと前記第2の有限インパルス応答型フィルタは音響信号の高周波数帯域の音像定位制御を行うことを特徴とする音像定位制御装置。

【請求項3】音響信号を入力する無限インパルス応答型フィルタと、前記無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第1の遅延器と、前記第1の遅延器の出力信号を入力する第1のゲイン設定器と、前記第1のゲイン設定器の出力信号を入力する第1の有限インパルス応答型フィルタと、前記第1の遅延器の出力信号を入力する第2のゲイン設

定器と、

前記第2のゲイン設定器の出力信号を入力する第2の遅延器と、

前記第2の遅延器の出力信号を入力する第2の有限インパルス応答型フィルタと、

前記第1の有限インパルス応答型フィルタの出力信号と前記第2の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を再生する音響再生手段とを備えた音像定位制御装置であって、

10 前記無限インパルス応答型フィルタと第1のゲイン設定器と第1の遅延器と前記第2のゲイン設定器と第2の遅延器は音響信号の低周波数帯域の音像定位制御を行い、前記第1の有限インパルス応答型フィルタと前記第2の有限インパルス応答型フィルタは音響信号の高周波数帯域の音像定位制御を行ふことを特徴とする音像定位制御装置。

【請求項4】音響信号から低周波数帯域信号を抽出するローパスフィルタと、

前記ローパスフィルタの出力信号を入力する第1の無限インパルス応答型フィルタと、

前記第1の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第1のゲイン設定器と、

前記第1のゲイン設定器の出力信号を入力する第1の遅延器と、

前記ローパスフィルタの出力信号を入力する第2の無限インパルス応答型フィルタと、

前記第2の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第2のゲイン設定器と、

前記第2のゲイン設定器の出力信号を入力する第2の遅延器と、

音響信号から高周波数帯域信号を抽出するハイパスフィルタと、

前記ハイパスフィルタの出力信号を入力する第1の有限インパルス応答型フィルタと、

前記ハイパスフィルタの出力信号を入力する第2の有限インパルス応答型フィルタと、

前記第1の遅延器の出力信号と前記第1の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を加算する第1の加算器と、

40 前記第2の遅延器の出力信号と前記第2の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を加算する第2の加算器と、

前記第1の加算器の出力信号と前記第2の加算器の出力信号を再生する音響再生手段とを備えた音像定位制御装置であって、

前記第1の無限インパルス応答型フィルタと第1のゲイン設定器と第1の遅延器と前記第2の無限インパルス応答型フィルタと第2のゲイン設定器と第2の遅延器は音響信号の低周波数帯域の音像定位制御を行い、前記第1の有限インパルス応答型フィルタと前記第2の有限イン

パルス応答型フィルタは音響信号の高周波数帯域の音像定位制御を行うことを特徴とする音像定位制御装置。  
【請求項5】音響信号から低周波数帯域信号を抽出するローパスフィルタと、  
前記ローパスフィルタの出力信号を入力する無限インパルス応答型フィルタと、  
前記無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第1の遅延器と、  
前記第1の遅延器の出力信号を入力する第1のゲイン設定器と、  
前記第1の遅延器の出力信号を入力する第2の遅延器と、  
前記第2の遅延器の出力信号を入力する第2のゲイン設定器と、  
音響信号から高周波数帯域信号を抽出するハイパスフィルタと、  
前記ハイパスフィルタの出力信号を入力する第1の有限インパルス応答型フィルタと、  
前記ハイパスフィルタの出力信号を入力する第2の有限インパルス応答型フィルタと、  
前記第1のゲイン設定器の出力信号と前記第1の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を加算する第1の加算器と、  
前記第2のゲイン設定器の出力信号と前記第2の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を加算する第2の加算器と、  
前記第1の加算器の出力信号と前記第2の加算器の出力信号を再生する音響再生手段とを備えた音像定位制御装置であつて、  
前記無限インパルス応答型フィルタと第1のゲイン設定器と第1の遅延器と第2のゲイン設定器と第2の遅延器は音響信号の低周波数帯域の音像定位制御を行い、前記第1の有限インパルス応答型フィルタと前記第2の有限インパルス応答型フィルタは音響信号の高周波数帯域の音像定位制御を行うことを特徴とする音像定位制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、音響信号の頭外定位を実現する音像定位制御装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、オーディオ再生において、その音像を音源方向へ定位させるための様々な手法が提案されている。

【0003】ヘッドホンを用いた音像定位制御は、ダミーヘッドなどを用いて、スピーカなどの実音源からダミーヘッドまでの頭部音響伝達関数と、ダミーヘッドに装着したヘッドホンの伝達関数から、音像定位制御用のフィルタ特性を求め、これをデジタルフィルタの係数として音響信号を信号処理する。有限インパルス応答型フィ

ルタ（以下、FIRフィルタとする）を用いて音像定位制御を行うと、FIRフィルタのタップ数が大きくなり信号処理演算量が膨大になるので、少ないタップ数で周波数特性を調整することができる無限インパルス応答型フィルタ（以下、IIRフィルタとする）とFIRフィルタを併用して音像定位制御することにより、信号処理演算量を抑えることが可能な音像定位制御装置が提案されている。

【0004】以下、図面を参照しながらヘッドホンを用いた従来の音像定位制御装置について説明する。図21は、特開平9-84199号公報に示される立体音響処理装置の基本構成を示す図である。図21において、1a、1bは遅延部、2a、2bはゲインを制御する増幅器、3a、3bは目標特性即ち目標とする音源についての頭部音響伝達関数の周波数特性を付加するIIRフィルタ、4a、4bはヘッドホンの音響特性を除去するFIRフィルタ、5は入力される受聴者位置情報に基づいて制御に用いるフィルタ係数と遅延とゲインの選択設定を行うフィルタ係数選択手段である。

【0005】図21に示す装置の動作を以下に説明する。遅延部1a、1bには、目標特性のインパルス応答の両耳時間差を表現する係数がフィルタ係数選択手段5によって予め設定され、増幅器2a、2bには、目標特性のインパルス応答の両耳レベル差を表現する係数がフィルタ係数選択手段5によって予め設定され、IIRフィルタ3a、3bには、目標特性の周波数特性を表現する係数がフィルタ係数選択手段5によって予め設定され、FIRフィルタ4a、4bには、出力手段である図示しないヘッドホンのインパルス応答の逆特性を表現する係数がフィルタ係数選択手段5によって予め設定されている。

【0006】入力信号は、遅延部1a、1bとIIRフィルタ3a、3bと増幅器2a、2bによって信号処理され、目標特性である頭部音響伝達関数Hの時間特性及び周波数特性が補正される。増幅器2a、2bの出力はFIRフィルタ4a、4bで信号処理されることによりヘッドホンの音響特性Cの逆特性 $1/C$ が補正される。従ってFIRフィルタ4a、4bの出力をヘッドホンを通して受聴すると、受聴者は恰も目標音源からの音を聴いているように感じることができる。

【0007】IIRフィルタ3a、3bは頭部音響伝達関数の特性をFIRフィルタ処理によって補正する場合に比べて信号処理演算量を約10タップ程度まで抑えることができるが、頭部音響伝達関数が複雑な特性を示す高周波数帯域において制御精度が低下し、受聴者に良好な音像定位を提供することが困難になる。また、音響再生手段逆特性の補正は、全周波数帯域に渡ってFIRフィルタ4a、4bを用いるので低域の補正精度を保ちつつフィルタタップ数を削減することが困難である。

## 【0008】

5

**【発明が解決しようとする課題】**本発明は、前記課題に鑑み、音像定位制御のための信号処理演算量を削減し、かつ全周波数帯域にわたって精度の良い音像定位を受聴者に提供することを目的とする。

[0009]

【課題を解決するための手段】本発明の音像定位制御装置は、音響信号を入力し低周波数帯域の音像定位制御を行う第1の無限インパルス応答型フィルタと、前記第1の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力し高周波数帯域の音像定位制御を行う第1の有限インパルス応答型フィルタと、音響信号を入力し低周波数帯域の音像定位制御を行う第2の無限インパルス応答型フィルタと、前記第2の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力し高周波数帯域の音像定位制御を行う第2の有限インパルス応答型フィルタと、前記第1の有限インパルス応答型フィルタの出力信号と前記第2の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を再生する音響再生手段とを備えたことを特徴とする。

【0010】また本発明の音像定位制御装置は、音響信号を入力する第1の無限インパルス応答型フィルタと、前記第1の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第1のゲイン設定器と、前記第1のゲイン設定器の出力信号を入力する第1の遅延器と、前記第1の遅延器の出力信号を入力する第1の有限インパルス応答型フィルタと、音響信号を入力する第2の無限インパルス応答型フィルタと、前記第2の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第2のゲイン設定器と、前記第2のゲイン設定器の出力信号を入力する第2の遅延器と、前記第2の遅延器の出力信号を入力する第2の有限インパルス応答型フィルタと、前記第1の有限インパルス応答型フィルタの出力信号と前記第2の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を再生する音響再生手段とを備えた音像定位制御装置であって、前記第1の無限インパルス応答型フィルタと第1のゲイン設定器と第1の遅延器と前記第2の無限インパルス応答型フィルタと第2のゲイン設定器と第2の遅延器は音響信号の低周波数帯域の音像定位制御を行い、前記第1の有限インパルス応答型フィルタと前記第2の有限インパルス応答型フィルタは音響信号の高周波数帯域の音像定位制御を行うことを特徴とする。

【0011】また本発明の音像定位制御装置は、音響信号を入力する無限インパルス応答型フィルタと、前記無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第1の遅延器と、前記第1の遅延器の出力信号を入力する第1のゲイン設定器と、前記第1のゲイン設定器の出力信号を入力する第1の有限インパルス応答型フィルタと、前記第1の遅延器の出力信号を入力する第2のゲイン設定器と、前記第2のゲイン設定器の出力信号を入力する第2の遅延器と、前記第2の遅延器の出力信号を入力する第2の有限インパルス応答型フィルタと、前記第1の

有限インパルス応答型フィルタの出力信号と前記第2の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を再生する音響再生手段とを備えた音像定位制御装置であって、前記無限インパルス応答型フィルタと第1のゲイン設定器と第1の遅延器と前記第2のゲイン設定器と第2の遅延器は音響信号の低周波数帯域の音像定位制御を行い、前記第1の有限インパルス応答型フィルタと前記第2の有限インパルス応答型フィルタは音響信号の高周波数帯域の音像定位制御を行うことを特徴とする。

- 10 【0012】また本発明の音像定位制御装置は、音響信号から低周波数帯域信号を抽出するローパスフィルタと、前記ローパスフィルタの出力信号を入力する第1の無限インパルス応答型フィルタと、前記第1の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第1のゲイン設定器と、前記第1のゲイン設定器の出力信号を入力する第1の遅延器と、前記ローパスフィルタの出力信号を入力する第2の無限インパルス応答型フィルタと、前記第2の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第2のゲイン設定器と、前記第2のゲイン設定器の出力信号を入力する第2の遅延器と、音響信号から高周波数帯域信号を抽出するハイパスフィルタと、前記ハイパスフィルタの出力信号を入力する第1の有限インパルス応答型フィルタと、前記ハイパスフィルタの出力信号を入力する第2の有限インパルス応答型フィルタと、前記第1の遅延器の出力信号と前記第1の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を加算する第1の加算器と、前記第2の遅延器の出力信号と前記第2の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を加算する第2の加算器と、前記第1の加算器の出力信号と前記第2の加算器の出力信号を再生する音響再生手段とを備えた音像定位制御装置であって、前記第1の無限インパルス応答型フィルタと第1のゲイン設定器と第1の遅延器と前記第2の無限インパルス応答型フィルタと第2のゲイン設定器と第2の遅延器は音響信号の低周波数帯域の音像定位制御を行い、前記第1の有限インパルス応答型フィルタと前記第2の有限インパルス応答型フィルタは音響信号の高周波数帯域の音像定位制御を行うことを特徴とする。

【0013】また本発明の音像定位制御装置は、音響信号から低周波数帯域信号を抽出するローパスフィルタと、前記ローパスフィルタの出力信号を入力する無限インパルス応答型フィルタと、前記無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第1の遅延器と、前記第1の遅延器の出力信号を入力する第1のゲイン設定器と、前記第1の遅延器の出力信号を入力する第2の遅延器と、前記第2の遅延器の出力信号を入力する第2のゲイン設定器と、音響信号から高周波数帯域信号を抽出するハイパスフィルタと、前記ハイパスフィルタの出力信号を入力する第1の有限インパルス応答型フィルタと、前記ハイパスフィルタの出力信号を入力する第2の有限インパルス応答型フィルタと、前記第1のゲイン設定器

の出力信号と前記第1の有限インパルス応答型フィルタの出力信号の出力信号を加算する第1の加算器と、前記第2のゲイン設定器の出力信号と前記第2の有限インパルス応答型フィルタの出力信号の出力信号を加算する第2の加算器と、前記第1の加算器の出力信号と前記第2の加算器の出力信号を再生する音響再生手段とを備えた音像定位制御装置であって、前記無限インパルス応答型フィルタと第1のゲイン設定器と第1の遅延器と第2のゲイン設定器と第2の遅延器は音響信号の低周波数帯域の音像定位制御を行い、前記第1の有限インパルス応答型フィルタと前記第2の有限インパルス応答型フィルタは音響信号の高周波数帯域の音像定位制御を行うことを特徴とする。

## 【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図1から図20を用いて説明する。

【0015】(実施の形態1) 図1は実施の形態1のフロントレーナル音源の音像定位制御装置である。5a、5bはIIRフィルタ、6a、6bはFIRフィルタ、7a、7bはヘッドホン再生ユニット、8はヘッドホンを装着した受聴者である。入力されたフロントレーナル音響信号は、IIRフィルタ5a、5bとFIRフィルタ6a、6bで信号処理された後、ヘッドホン再生ユニット7a、7bに入力される。受聴者8は再生ユニット7a、7bの出力信号を受聴する。IIRフィルタ5a、5bには、低周波数帯域に対して音像定位制御を行うように予め計算された係数が設定されている。 FIRフィルタ6a、6bには、高周波数帯域に対して音像定位制御を行うように予め計算された係数が設定されている。

【0016】図2はフロントレーナル信号を音像定位制御した結果を示す図である。再生ユニット7a、7bからの再生音を受聴者8が聞くと、フロントスピーカ9から再生されているように感じることが出来る。

【0017】次に、係数の算出方法を説明する。図3は音像定位の目標となる頭部音響伝達関数を測定する装置である。スピーカ9はダミーヘッド12の正面から左30度の方向に設置する。計測信号発生器10から計測信号を実音源であるスピーカ9から再生する。この再生音をダミーヘッド12の耳孔に設置したマイクロホン13a、13bで検出する。伝達関数計測器11は、計測信号発生器10からの計測信号とマイクロホン検出信号を用いて、スピーカ9からマイクロホン13aまでの頭部音響伝達関数H1、スピーカ9からマイクロホン13bまでの頭部音響伝達関数Hrを測定する。

【0018】図4はヘッドホンに取り付けられた再生ユニットの伝達関数を測定する装置である。ヘッドホンはダミーヘッド12に正しく装着されており、計測信号発生器10からの計測信号が再生ユニット7a、7bから再生される。この再生音をダミーヘッド12の耳孔に設

置したマイクロホン13a、13bで検出する。伝達関数計測器11は、計測信号発生器10からの計測信号とマイクロホン検出信号を用いて、再生ユニット7aの伝達関数CI、再生ユニット7bの伝達関数Crを測定する。

【0019】音像定位制御によって実現する伝達関数をそれぞれX1、Xrとすると、ダミーヘッド12の耳元でHI、Hrを再現できれば良いので、

$$HI = X1 \cdot CI$$

$$Hr = Xr \cdot Cr$$

となる。従って音像定位制御によって、

$$X1 = HI / CI$$

$$Xr = Hr / Cr$$

となる伝達関数を実現すれば良い。

【0020】図5は、頭部音響伝達関数HI、Hrの振幅周波数特性を示す図である。およそ1kHzより高い周波数帯域ではHI、Hr共に複雑な特性を有しているが、1kHz以下の周波数帯域ではHI、Hr共に単調な特性を有している。図6は頭部音響伝達関数HI、Hrのインパルス応答を示す図である。音源からの音は左耳へ到達するのに時間Δt0を要し、右耳へ到達するのに時間Δt0+Δtを要していることが分かる。図5、図6の特性から低周波数帯域については、両耳レベル差αと両耳時間差Δtによって頭部音響伝達関数を精度良く補正できることが分かる。

【0021】図7はヘッドホンの音響特性CI、Crの振幅周波数特性を示す図である。ヘッドホンの音響特性CI、Crは1kHz以下の波数帯域では単調な特性を示している。これらの結果から、低周波数帯域の音像定位制御はタップ数の少ないIIRフィルタを用い、高周波数帯域の音像定位制御はFIRフィルタを用いればよい。

【0022】図8はIIRフィルタ5a、5bの構成を示す図である。25a～25gはゲイン設定器、26a～26fは加算器、27a、27bは遅延器である。入力された信号は遅延器27aに入力される信号とゲイン設定器25aに入力される信号に分岐され、遅延器27aで処理された信号は遅延器27bに入力される信号とゲイン設定器25bで処理される信号とゲイン設定器25eで処理される信号に分岐される。この一連の信号処理を複数回繋げて処理し、ゲイン設定器の出力信号を加算器で加算した後、入力される信号とゲイン設定器25aの出力に加算する。遅延器27a、27bでは単位サンプルの遅延処理が行われる。また上記信号処理をn回繋げて処理する場合、フィルタ係数、即ちゲイン設定器25a～25gに設定する係数は、それぞれb0、b1、b2、bn、c1、c2、cnであり、これら係数の値を変えることによって出力信号の特性を調整することが出来る。

【0023】IIRフィルタ5a、5bのフィルタ係数

は、 $1 \text{ kHz}$ 以下の周波数帯域ではヘッドホンの音響特性 $C_I$ 、 $C_R$ の逆特性である $1/C_I$ 、 $1/C_R$ の周波数特性を表現し、 $1 \text{ kHz}$ より高い周波数帯域では平坦な周波数特性を表現するように係数を算出する。さらにこの係数に対して、頭部音響伝達関数の低周波数帯域の特性である両耳レベル差 $\alpha$ に対する調整を加え、それをフィルタ係数として $b_0$ 、 $b_1$ 、 $b_2$ 、 $\dots$ 、 $b_n$ 、 $c_1$ 、 $c_2$ 、 $\dots$ 、 $c_n$ に与える。高周波数帯域の音像定位制御を行うFIRフィルタにおいて両耳時間差 $\Delta t$ が表現されるため、頭部音響伝達関数の低周波数帯域の特性を表現する両耳時間差は、IIRフィルタでは表現しない。

【0024】図9はFIRフィルタ6a、6bの構成を示す図である。 $25a \sim 25d$ はゲイン設定器、 $26a \sim 26c$ は加算器、 $27a$ 、 $27b$ は遅延器である。入力された信号は分岐してゲイン設定器 $25a \sim 25d$ に入力される。ゲイン設定器が $n+1$ 個ある場合、ゲイン設定器 $25d$ の出力信号は加算器 $26a$ に入力されるまでに $n$ 回の遅延処理が行われる。遅延器 $27a$ 、 $27b$ では単位サンプルの遅延処理が行われる。またフィルタ係数、即ちゲイン設定器 $25a \sim 25d$ に設定する係数は、それぞれ $a_0$ 、 $a_{n-2}$ 、 $a_{n-1}$ 、 $a_n$ であり、これら係数の値を変えることによって出力信号の特性を調整することが出来る。

【0025】FIRフィルタ6a、6bのフィルタ係数は、低周波数帯域では平坦な周波数特性を、高周波数帯域では伝達関数 $X_I$ 、 $X_R$ の振幅周波数特性を表現するように係数を与える。この係数に対して、両耳時間差 $\Delta t$ を補正して係数を調整し、両耳レベル差 $\alpha$ に対する補正是FIRフィルタ6aの出力がFIRフィルタ6bの出力に対してレベル $\alpha$ だけ小さくなるように調整し、フィルタ係数として $a_0$ 、 $\dots$ 、 $a_{n-2}$ 、 $a_{n-1}$ 、 $a_n$ に与える。

【0026】以上はフロントLチャンネル信号を例にして説明したが、他のマルチチャンネル信号の場合でも、同様の考え方で実現できる。

【0027】さらに、DVD等のマルチチャンネル信号に対して同時に同様の信号処理を行うことでマルチチャンネル信号の音像定位制御も可能である。図10は、DVDプレーヤから入力される6チャンネルのデジタル信号の音像定位制御装置である。 $5a \sim 5j$ は低域音像定位制御を行うIIRフィルタ、 $6a \sim 6j$ は高域音像定位制御を行うFIRフィルタ、 $7a$ 、 $7b$ はヘッドホンに取り付けられた再生ユニット、 $8$ はヘッドホンを装着した受聴者、 $14$ は遅延器、 $15a \sim 15h$ は加算器である。

【0028】センターチャンネル信号、フロントRチャンネル信号、サラウンドLチャンネル信号、サラウンドRチャンネル信号の音像定位制御手段を並列に配置し、ウーファーチャンネル信号の遅延のための遅延器を追加

し、音像定位制御された5つのチャンネル信号と遅延処理されたウーファーチャンネル信号を加算する加算器を追加したものである。センターチャンネル信号、フロントRチャンネル信号、サラウンドLチャンネル信号、サラウンドRチャンネル信号の音像定位制御の動作は既に説明したので、ウーファーチャンネル信号の遅延処理と音像定位制御された各チャンネル信号の加算について説明する。

【0029】入力されたウーファーチャンネル信号は、音像定位制御せずに出力する。加算器 $15d$ と加算器 $15h$ において音像定位制御された他のチャンネル信号と足し合わせると、信号の同期を合わせるために、ウーファーチャンネル信号に対して、他のチャンネル信号が音像定位制御のための信号処理に要する時間だけ遅延させなければならない。従って他チャンネル信号の音像定位制御のための信号処理に要する時間を遅延器 $14$ に設定する。遅延処理されたウーファーチャンネル信号と音像定位制御された各チャンネル信号を加算器 $15a \sim 15h$ において足し合わせて、ヘッドホンの再生ユニット $7a$ 、 $7b$ から出力する。

【0030】なお、入力されたウーファーチャンネル信号は音像定位制御しないが、入力されたウーファーチャンネル信号を他のチャンネル信号が音像定位制御される前に加算、即ちIIRフィルタ $5a \sim 5j$ によって処理される前に加算することによってウーファーチャンネル信号に対して音像定位制御を行うことも可能である。

【0031】次に、音像定位制御された信号を二つのスピーカを用いて再生する場合の説明をする。図11は、二つのスピーカを再生手段とした場合のフロントLチャンネル音源の音像定位制御装置である。 $5a$ 、 $5b$ は低域音像定位制御を行うIIRフィルタ、 $6a$ 、 $6b$ は高域音像定位制御を行うFIRフィルタ、 $8$ は受聴者、 $16a$ 、 $16b$ はクロストークキャンセル回路、 $17a$ 、 $17b$ は音像定位制御された信号を図示しないアンプを介して再生するスピーカ、 $18a$ 、 $18b$ は減算器である。ヘッドホンの代わりにスピーカ $17a$ 、 $17b$ を再生手段とし、クロストークキャンセル回路 $16a$ 、 $16b$ と減算器 $18a$ 、 $18b$ を追加した構成である。IIRフィルタ $5a$ 、 $5b$ 及びFIRフィルタ $6a$ 、 $6b$ を用いた音像定位制御については既に説明したので、クロストークキャンセル回路 $16a$ 、 $16b$ の伝達関数 $X_1$ 、 $X_2$ の設定について説明する。

【0032】FIRフィルタ $6b$ の出力信号からクロストークキャンセル回路 $16a$ の出力信号を減算することで右スピーカ $17b$ から左耳のクロストーク伝達関数 $S_{rl}$ を打ち消し、FIRフィルタ $6a$ の出力信号からクロストークキャンセル回路 $16b$ の出力信号を減算することで左スピーカ $17a$ から右耳のクロストーク伝達関数 $S_{lr}$ を打ち消す。左耳のクロストーク伝達関数 $S_{rl}$ と右耳のクロストーク伝達関数 $S_{lr}$ をフロントLチ

ヤンネルの左耳、右耳への頭部音響伝達関数  $H_1$ 、 $H_r$

$$S_{II} (H_1 - H_r \cdot X_2) + S_{rI} (H_r - H_1 \cdot X_1) = H_1$$

$$S_{rr} (H_r - H_1 \cdot X_1) + S_{Ir} (H_1 - H_r \cdot X_2) = H_r$$

が成立する。

【0033】この連立方程式が成立する  $X_1$ 、 $X_2$  を求めれば、スピーカ 17a、17b によるフロント L スピ

$$X_1 = (H_1 \cdot S_{Ir} - H_r \cdot S_{II} + H_r \cdot S_{rr} - H_r \cdot S_{rI}) / H_1 (S_{II} \cdot S_{rr} - S_{rI} \cdot S_{Ir})$$

$$X_2 = (H_r \cdot S_{rI} - H_1 \cdot S_{rr} + H_1 \cdot S_{II} - H_1 \cdot S_{rI}) / H_r (S_{II} \cdot S_{rr} - S_{rI} \cdot S_{Ir})$$

となる伝達関数を与えれば良い。

【0034】以上により、頭部音響伝達関数の低周波数帯域特性を両耳レベル差と両耳時間差で近似して、その補正を IIR フィルタにより実現し、頭部音響伝達関数が複雑な特性を示す高周波数帯域では FIR フィルタにより補正を行うため制御精度を向上させることができ

る。

【0035】また、音響再生手段の特性補正についても低周波数帯域では IIR フィルタで、高周波数帯域では FIR フィルタで行うため信号処理の負担を削減するこ

とができる。

【0036】なお、左耳の場合の  $\Delta H_1 / \Delta f$  で表される頭部音響伝達関数の低周波数帯域での特性の傾斜及び両耳の傾斜の差を表現するために、IIR フィルタで処理する前に、別の IIR フィルタを加え低周波数帯域での目標特性の傾斜の補正を行う係数を与えて更に精度の良い音像定位制御を行ってもよい。

【0037】なお、ヘッドホンの再生ユニットの伝達関数低周波数帯域特性の補正をアナログフィルタ処理で行ってもよい。

【0038】なお、センターチャンネル音源の音像定位制御の場合、左右両耳で頭部音響伝達関数がほぼ等しいものとして、図 1 の構成のうち二つある IIR フィルタを併用する、或いは二つある IIR フィルタと FIR フィルタをそれぞれ併用した構成とすることも可能である。

【0039】(実施の形態 2) 図 12 は実施の形態 2 のフロント L チャンネル音源の音像定位制御装置である。5a、5b は IIR フィルタ、6a、6b は FIR フィルタ、7a、7b はヘッドホン再生ユニット、8 はヘッドホンを装着した受聴者、19a、19b はゲイン設定器、20a、20b は遅延器である。

【0040】入力されたフロント L チャンネル音響信号は、IIR フィルタ 5a、5b とゲイン設定器 19a、19b と遅延器 20a、20b と FIR フィルタ 6a、6b で信号処理された後、ヘッドホン再生ユニット 7a、7b に入力される。受聴者 8 は再生ユニット 7a、7b の出力信号を受聴する。IIR フィルタ 5a、5b とゲイン設定器 19a、19b と遅延器 20a、20b には、低周波数帯域の音像定位制御を行うように予め計

を用いて表すと、

$$S_{II} (H_1 - H_r \cdot X_2) + S_{rI} (H_r - H_1 \cdot X_1) = H_1$$

$$S_{rr} (H_r - H_1 \cdot X_1) + S_{Ir} (H_1 - H_r \cdot X_2) = H_r$$

一カの再生が実現できる。つまり、クロストークキャンセル回路 16a、16b には、

算された係数を設定する。FIR フィルタ 6a、6b には、高周波数帯域の音像定位制御を行うように予め計算された係数を設定する。実施の形態 1 と同様に、再生ユニット 7a、7b からの再生音を受聴者 8 が聞くと、フロント L スピーカ 9 から再生されているように感じるこ

とが出来る。

【0041】次に、IIR フィルタ 5a、5b とゲイン設定器 19a、19b と遅延器 20a、20b と FIR フィルタ 6a、6b の係数の算出方法について説明す

る。IIR フィルタ 5a、5b は、低周波数帯域についての音像定位制御のうち再生手段であるヘッドホン再生ユニット 7a、7b の伝達関数低周波数帯域特性の補正として、低周波数帯域ではヘッドホンの音響特性の逆特性  $1/C_1$ 、 $1/C_r$  の周波数特性を、高周波数帯域では平坦な周波数特性を表現するように予め計算された係数を設定する。ゲイン設定器 19a、19b と遅延器 20a、20b は、低周波数帯域についての音像定位制御のうち頭部音響伝達関数低域特性として、両耳レベル差  $\alpha$  と両耳時間差  $\Delta t$  を補正するように予め計算された係数を設定する。遅延器 20a には  $\Delta t_0$  を係数として与え、遅延器 20b には  $\Delta t_0 + \Delta t$  を係数として与え

FIR フィルタ 6a、6b は、高周波数帯域について音像定位制御を行うように予め計算された係数を設定する。但し遅延器 20a～20b で両耳時間差を表現するため FIR フィルタ 6a、6b は、そのインパルス応答が遅延を持たないように係数を調整する。

【0042】以上はフロント L チャンネル信号を例にして説明したが、他のマルチチャンネル信号の場合でも、考え方方は同じである。

【0043】なお、マルチチャンネル信号に対して同時に同様の信号処理を行うことでマルチチャンネル信号の音像定位制御を行ってもよい。

【0044】なお、音像定位制御された信号を再生する手段としてヘッドホンを用いているが、二つのスピーカを再生手段として用いてもよい。

【0045】なお、ヘッドホンの再生ユニット 7a、7b の伝達関数低域特性の補正を、アナログフィルタ処理によって実現してもよい。

【0046】なお、センターチャンネル音源の音像定位制御の場合、左右両耳で頭部音響伝達関数がほぼ等しい

ものとして、図 12 の構成のうち二つある IIR フィルタを併用する、或いは二つある IIR フィルタとゲイン設定器をそれぞれ併用する、或いは二つある IIR フィルタとゲイン設定器と遅延器をそれぞれ併用する、或いは二つある IIR フィルタとゲイン設定器と遅延器と FIR フィルタをそれぞれ併用した構成とすることも可能である。

【0047】なお、ヘッドホンの再生ユニット 7a、7b の伝達関数低域特性の補正を左ユニット用 IIR フィルタ 5a と右ユニット用 IIR フィルタ 5b で分けて補正処理しているが、左右両ユニットはほぼ等しいとみなして、一つの IIR フィルタを併用して処理することも可能である。

【0048】以上により、頭部音響伝達関数の低周波数帯域の補正是ゲイン設定器と遅延器で、音響再生手段逆特性の低周波数帯域の補正是 IIR フィルタで、高周波数帯域の補正是 FIR フィルタで行うため、制御精度を向上させることが出来る。

【0049】(実施の形態3) 図 13 は実施の形態 3 におけるフロント L チャンネル音源の音像定位制御装置である。6a、6b は FIR フィルタ、7a、7b はヘッドホン再生ユニット、8 はヘッドホンを装着した受聴者、19a、19b はゲイン設定器、20a、20b は遅延器、21 は IIR フィルタである。実施の形態 2 における構成に対して IIR フィルタ 5a、5b を削除し、IIR フィルタ 21 を加え、ゲイン設定器 19a、19b と遅延器 20a、20b の配置位置を変えた構成としたものである。

【0050】IIR フィルタ 21 は、低周波数帯域についての音像定位制御のうち再生手段であるヘッドホン再生ユニット 7a、7b の伝達関数低域特性の補正を行う係数を設定する。遅延器 20a、20b は、両耳時間差を補正するよう係数を与える。左耳への遅延として、 $\Delta t_0$  を係数として与える。右耳への遅延については、遅延器 20a と遅延器 20b で表現するため、遅延器 20b に  $\Delta t$  を係数として与える。ゲイン設定器 19a、19b には両耳レベル差を補正するように係数を与える。

【0051】以上はフロント L チャンネル信号を例にして説明したが、左耳に比べて右耳への音の到達が遅れるような他のマルチチャンネル信号の場合でも、考え方は同じである。

【0052】図 14 はフロント R チャンネル音源の音像定位制御装置である。6a、6b は FIR フィルタ、7a、7b はヘッドホン再生ユニット、8 はヘッドホンを装着した受聴者、19a、19b はゲイン設定器、20a、20b は遅延器、21 は IIR フィルタである。この構成により右耳への遅延を表現する遅延器を併用することが可能である。基本的な音像定位動作は図 13 の構成と同じであるから遅延器 20a、20b の係数の与え方について説明する。

【0053】両耳への遅延に関して、図 6 の H<sub>L</sub>、H<sub>R</sub> のインパルス応答で示したのとは逆に左耳への遅延が  $\Delta t_0 + \Delta t$ 、右耳への遅延が  $\Delta t_0$  で表されるなら、遅延器 20a には  $\Delta t_0$  を係数として与える。左耳への遅延については、遅延器 20a と遅延器 20b で表現するため、遅延器 20b に  $\Delta t$  を係数として与える。右耳に比べて左耳への音の到達が遅れるような他のチャンネルの音像定位制御についても同様である。

【0054】なお、音像定位制御された信号を再生する手段としてヘッドホンの代わりに二つのスピーカを再生手段として用いてもよい。

【0055】なお、ヘッドホンの再生ユニットの伝達関数低域特性の補正をアナログフィルタ処理によって実現してもよい。

【0056】IIR フィルタによる信号処理を一つ削減するので音像定位制御の信号処理演算量を削減することが出来、また両耳への遅延処理を一部共通化することにより遅延器の容量、即ちメモリーを低減できる。

【0057】(実施の形態4) 図 15 は実施の形態 4 におけるフロント L チャンネル音源の音像定位制御装置である。5a、5b は IIR フィルタ、6a、6b は FIR フィルタ、7a、7b はヘッドホン再生ユニット、8 はヘッドホンを装着した受聴者、19a、19b はゲイン設定器、20a、20b は遅延器、22 はローパスフィルタ、23 はハイパスフィルタ、24a、24b は加算器である。

【0058】入力された音響信号は、ローパスフィルタ 22 とハイパスフィルタ 23 で信号処理され低周波数帯域の信号と高周波数帯域の信号がそれぞれ抽出される。

【0059】ローパスフィルタ 22 の出力は低周波数帯域の信号であり、IIR フィルタ 5a、5b とゲイン設定器 19a、19b と遅延器 20a、20b で信号処理される。ハイパスフィルタ 23 の出力は高周波数帯域の信号であり、FIR フィルタ 6a、6b で信号処理される。

【0060】遅延器 20a、20b の出力と FIR フィルタ 6a、6b の出力は、加算器 24a、24b で加算され、ヘッドホン再生ユニット 7a、7b に入力される。受聴者 8 は再生ユニット 7a、7b の出力信号を受聴する。

【0061】IIR フィルタ 5a、5b は、低周波数帯域についての音像定位制御のうち再生手段であるヘッドホン再生ユニット 7a、7b の伝達関数低域特性の補正として、低周波数帯域ではヘッドホンの音響特性の逆特性  $1/C_L$ 、 $1/C_R$  の周波数特性を表現するように予め計算された係数を設定する。ゲイン設定器 19a、19b と遅延器 20a、20b は、低周波数帯域についての音像定位制御のうち頭部音響伝達関数低域特性として、両耳レベル差  $\alpha$  と両耳時間差  $\Delta t$  を補正するように予め計算された係数を設定する。FIR フィルタ 6a、6b は、高周波数帯域について音像定位制御を行うよう

に予め計算された係数を設定する。それゆえ再生ユニット7a、7bからの再生音を受聴者8が聴くと、恰も図2に示すようにフロントスピーカ9から再生されている感じが出来る。

【0061】次に、係数の与え方を説明する。高域の音像定位制御を行うFIRフィルタ6a、6bには、実施の形態1で説明した伝達関数 $X_l$ 、 $X_r$ の高周波数帯域における振幅周波数特性を表現するフィルタ係数を与える。IIRフィルタ5a、5bには、実施の形態1で説明した伝達関数 $1/C_l$ 、 $1/C_r$ の低周波数帯域における振幅周波数特性を表現するフィルタ係数を与える。ゲイン設定器19a、19bには、両耳レベル差 $\alpha$ を表現するよう係数を与える。但し、制御周波数帯域の境

(以下、クロスオーバー周波数とする)においてFIRフィルタ6a、6bの出力信号のレベルが一致するよう調整する必要がある。そのために、図16或いは図17で示される計測装置を用いてFIRフィルタ6a、6bによって処理された信号の周波数特性 $H_{fir\_l}$ 、 $H_{fir\_r}$ 及びIIRフィルタ5a、5bとゲイン設定器19a、19bと遅延器20a、20bによって処理された信号の周波数特性 $H_{gd\_l}$ 、 $H_{gd\_r}$ を計測する。

【0062】図16は、図15の構成におけるFIRフィルタ6a、6bの出力信号の振幅周波数特性を測定する装置である。計測信号発生器10からの計測信号がハイパスフィルタ23とFIRフィルタ6a、6bで信号処理された後、再生ユニット7a、7bから再生される。この再生音をダミーヘッド12の耳孔に設置したマイクロホン13a、13bで検出する。伝達関数計測器11は、計測信号発生器10からの計測信号とマイクロホン検出信号を用いて、FIRフィルタ6a、6bの出力信号の振幅周波数特性 $H_{fir\_l}$ 、 $H_{fir\_r}$ を測定する。

【0063】図17は、図15の構成における遅延器20a、20bの出力信号の振幅周波数特性を測定する装置である。計測信号発生器10からの計測信号がローパスフィルタ22とIIRフィルタ5a、5bとゲイン設定器19a、19bと遅延器20a、20bで信号処理された後、再生ユニット7a、7bから再生される。この再生音をダミーヘッド12の耳孔に設置したマイクロホン13a、13bで検出する。伝達関数計測器11は、計測信号発生器10からの計測信号とマイクロホン検出信号を用いて、遅延器20a、20bの出力信号の振幅周波数特性 $H_{gd\_l}$ 、 $H_{gd\_r}$ を測定する。

【0064】図18は周波数特性 $H_{fir\_l}$ と $H_{gd\_l}$ を示す図である。周波数特性 $H_{fir\_r}$ は周波数特性 $H_{fir\_l}$ と同様の結果であり、周波数特性 $H_{gd\_r}$ は周波数特性 $H_{gd\_l}$ と同様の結果であるので図示しない。この図では音像定位制御で実現すべき伝達関数 $H_{1/C_l}$ と $H_{fir\_l}$ について高域でレベルが

同じになるよう表記してある。クロスオーバー周波数における $H_{fir\_l}$ と $H_{gd\_l}$ のレベル差 $g_1$ をゲイン設定器19aの係数として与える。同様に周波数特性 $H_{fir\_r}$ と $H_{gd\_r}$ のレベル差をゲイン設定器19bの係数として与える。

【0065】また、遅延器20a、20bには、両耳時間差 $\Delta t$ を表現するよう係数を与える。ところで、FIRフィルタ6a、6bの信号処理に要する時間 $T_H$ と、IIRフィルタ5a、5bとゲイン設定器19a、19bと遅延器20a、20bの信号処理に要する時間 $T_L$ の差分がある。また、FIRフィルタ処理において、フィルタ係数によっては入力信号と出力信号に位相のずれが生じることがある。上記の処理時間差 $T_H - T_L$ と位相のずれの補償の為の遅延 $\alpha$ を考慮し、遅延器20aには $\Delta t_0 + T_H - T_L + \alpha$ を係数として与え、遅延器20bには $\Delta t_0 + \Delta t + T_H - T_L + \alpha$ を係数として与える。

【0066】以上はフロントLチャンネル信号を例にして説明したが、他のマルチチャンネル信号の場合でも、同じである。

【0067】なお、マルチチャンネル信号に対して同時に同様の信号処理を行うことでマルチチャンネル信号の音像定位制御も可能である。

【0068】なお、音像定位制御された信号を再生する手段としてヘッドホンの代わりに、二つのスピーカを再生手段として用いてもよい。

【0069】なお、ヘッドホンの再生ユニット7a、7bの伝達関数低域特性の補正をアナログフィルタ処理によって実現することも可能である。

【0070】なお、ヘッドホンの再生ユニット7a、7bの伝達関数低域特性の補正を左ユニット用IIRフィルタ5aと右ユニット用IIRフィルタ5bで分けて補正処理しているが、左右両ユニットはほぼ等しいとみなして、一つのIIRフィルタを併用して処理することも可能である。

【0071】なお、低周波数帯域の制御精度は落ちるものの信号処理演算量を更に低減する場合は、IIRフィルタ5a、5bを削除した構成にしてもよい。

【0072】なお、センター・チャンネル信号の音像制御の場合、左耳と右耳の頭部音響伝達関数がほぼ等しいと考えて、一つのレベル設定器を併用して処理してもよい。

【0073】なお、センター・チャンネル信号の音像制御の場合、左耳と右耳の頭部音響伝達関数がほぼ等しいと考えて、一つのレベル設定器と一つの遅延器を併用して処理してもよい。

【0074】なお、センター・チャンネル信号の音像制御の場合、左耳と右耳の頭部音響伝達関数がほぼ等しいと考えて、一つのFIRフィルタを併用して処理してもよ

【0075】なお、左耳の場合、IIRフィルタ5a、5bで処理する前に、別のIIRフィルタを加え $\Delta H$ ／ $\Delta f$ で表される頭部音響伝達関数の低周波数帯域での目標特性の傾斜の補正を行う係数を与えることによって精度の良い音像定位制御を実現できる。

【0076】頭部音響伝達関数の低域補正是ゲイン設定器と遅延器で、音響再生手段逆特性の低域補正是IIRフィルタで、高域補正是FIRフィルタで行うため、制御精度を向上させることができる。

【0077】(実施の形態5) 図19は実施の形態5におけるフロントRチャンネル音源の音像定位制御装置である。6a、6bはFIRフィルタ、7a、7bはヘッドホン再生ユニット、8はヘッドホンを装着した受聴者、19a、19bはゲイン設定器、20a、20bは遅延器、21はIIRフィルタ、22はローパスフィルタ、23はハイパスフィルタ、24a、24bは加算器である。実施の形態4の音像定位制御装置に対してIIRフィルタ5a、5bを削除し、IIRフィルタ21を加え、ゲイン設定器19a、19bと遅延器20a、20bの配置位置を変えた構成としたものである。

【0078】ここでは低周波数帯域の音像定位制御動作について説明する。IIRフィルタ21は、低周波数帯域についての音像定位制御のうち再生手段であるヘッドホン再生ユニット7a、7bの伝達関数低域特性の補正を行う係数を設定する。遅延器20a、20bでは、両耳時間差を補正するよう係数を与える。左耳への遅延として、遅延器20aに $\Delta t_0 + TH - TL + \alpha$ を係数として与える。右耳への遅延については、遅延器20aと遅延器20bで表現するため、遅延器20bに $\Delta t$ を係数として与える。ゲイン設定器19a、19bには両耳レベル差を補正するよう実施の形態4で説明したのと同じ係数を与える。

【0079】以上はフロントLチャンネル信号を例にして説明したが、左耳に比べて右耳への音の到達が遅れるような他のマルチチャンネル信号の場合でも、考え方と同じである。

【0080】図20はフロントRチャンネル音源の音像定位制御装置である。6a、6bはFIRフィルタ、7a、7bはヘッドホン再生ユニット、8はヘッドホンを装着した受聴者、19a、19bはゲイン設定器、20a、20bは遅延器、21はIIRフィルタ、22はローパスフィルタ、23はハイパスフィルタである。この構成により右耳への遅延を表現する遅延器を併用することが可能である。基本的な音像定位動作は図19の構成と同じであるから遅延器20a～20bの係数の与え方について説明する。

【0081】両耳への遅延に関して、図6のH<sub>L</sub>、H<sub>R</sub>のインパルス応答で示したのとは逆に左耳への遅延が $\Delta t_0 + \Delta t$ 、右耳への遅延が $\Delta t_0$ で表されるなら、遅延器20aには、実施の形態4で説明したTH、TL、

$\alpha$ を加味した $\Delta t_0 + TH - TL + \alpha$ を係数として与える。左耳への遅延については、遅延器20aと遅延器20bで表現するため、遅延器20bに $\Delta t$ を係数として与える。右耳に比べて左耳への音の到達が遅れるような他のチャンネルの音像定位制御についても同様である。

【0082】なお、音像定位制御された信号を再生する手段として二つのスピーカを再生手段として用いてよい。

【0083】なお、ヘッドホンの再生ユニット7a、7bの伝達関数低域特性の補正をアナログフィルタ処理によって実現してもよい。

【0084】実施の形態4の構成に比べてIIRフィルタによる信号処理を一つ削減するので音像定位制御の信号処理演算量を削減することが出来、また両耳への遅延処理を一部共通化することにより遅延器の容量、即ちメモリーを低減できる。

#### 【0085】

【発明の効果】以上に説明した本発明の音像定位制御装置は、頭部音響伝達関数が複雑な特性を示す高周波数帯域においては、FIRフィルタ処理によって再生手段の特性を頭部音響伝達関数の特性に補正し、頭部音響伝達関数の特性を両耳での音のレベル差と時間差によって精度良く表現できる低周波数帯域においては、入力信号のゲイン設定と遅延処理によって再生手段の特性を頭部音響伝達関数の特性に補正するため、音像定位制御に用いるFIRフィルタのタップ数を小さく出来、信号処理演算量を低減出来る。また、頭部音響伝達関数の低周波数帯域での特性は前記補正によって十分精度良く近似できるので、良好な音像定位を受聴者に提供出来る。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1における音像定位制御装置を示す図  
 【図2】本発明の実施の形態1におけるフロントLチャンネル信号を音像定位制御した結果を示す図  
 【図3】本発明の実施の形態1における目標特性を測定する装置を示す図  
 【図4】本発明の実施の形態1におけるヘッドホンの伝達関数を測定する装置を示す図  
 【図5】フロントLチャンネル音源の頭部音響伝達関数の振幅周波数特性を示す図  
 【図6】フロントLチャンネル音源の頭部音響伝達関数のインパルス応答を示す図  
 【図7】本発明の実施の形態1におけるヘッドホンの伝達関数の振幅周波数特性を示す図  
 【図8】本発明の実施の形態におけるIIRフィルタを示す図  
 【図9】本発明の実施の形態1におけるFIRフィルタを示す図  
 【図10】本発明の実施の形態1におけるマルチチャンネル信号の音像定位制御装置を示す図

【図1】本発明の実施の形態1における音像定位制御装置を示す図  
 【図2】本発明の実施の形態1におけるフロントLチャンネル信号を音像定位制御した結果を示す図  
 【図3】本発明の実施の形態1における目標特性を測定する装置を示す図  
 【図4】本発明の実施の形態1におけるヘッドホンの伝達関数を測定する装置を示す図  
 【図5】フロントLチャンネル音源の頭部音響伝達関数の振幅周波数特性を示す図  
 【図6】フロントLチャンネル音源の頭部音響伝達関数のインパルス応答を示す図  
 【図7】本発明の実施の形態1におけるヘッドホンの伝達関数の振幅周波数特性を示す図  
 【図8】本発明の実施の形態におけるIIRフィルタを示す図  
 【図9】本発明の実施の形態1におけるFIRフィルタを示す図  
 【図10】本発明の実施の形態1におけるマルチチャンネル信号の音像定位制御装置を示す図

【図11】本発明の実施の形態1における出力手段をスピーカとした音像定位制御装置を示す図

【図12】本発明の実施の形態2における音像定位制御装置を示す図

【図13】本発明の実施の形態3における音像定位制御装置を示す図

【図14】本発明の実施の形態3において右耳に比べて左耳への音の到達が遅れるチャンネルの入力信号の音像定位制御装置を示す図

【図15】本発明の実施の形態4における音像定位制御装置を示す図

【図16】本発明の実施の形態4におけるFIRフィルタ出力信号の振幅周波数特性を測定する装置を示す図

【図17】本発明の実施の形態4における遅延器出力信号の振幅周波数特性を測定する装置を示す図

【図18】本発明の実施の形態4におけるFIRフィルタ出力信号と遅延器出力信号の振幅周波数特性を示す図

【図19】本発明の実施の形態5における音像定位制御装置を示す図

【図20】本発明の実施の形態5において右耳に比べて左耳への音の到達が遅れるチャンネルの入力信号の音像定位制御装置を示す図

【図21】従来の音像定位制御装置を示すブロック図

【符号の説明】

1a, 1b 遅延部

2a, 2b 増幅器

3a, 3b IIRフィルタ

4a, 4b FIRフィルタ

5 フィルタ係数選択手段

5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g, 5h, 5i, 5j IIRフィルタ

6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, 6g, 6h, 6i, 6j FIRフィルタ

7a, 7b ヘッドホン再生ユニット

8 受聴者

9 スピーカ

10 計測信号発生器

11 伝達関数計測器

12 ダミーヘッド

13a, 13b マイクロホン

14 遅延器

15a, 15b, 15c, 15d, 15e, 15f, 15h 加算器

16a, 16b クロストークキャンセル回路

17a, 17b スピーカ

18a, 18b 減算器

19a, 19b ゲイン設定器

20a, 20b 遅延器

21 IIRフィルタ

22 ローパスフィルタ

23 ハイパスフィルタ

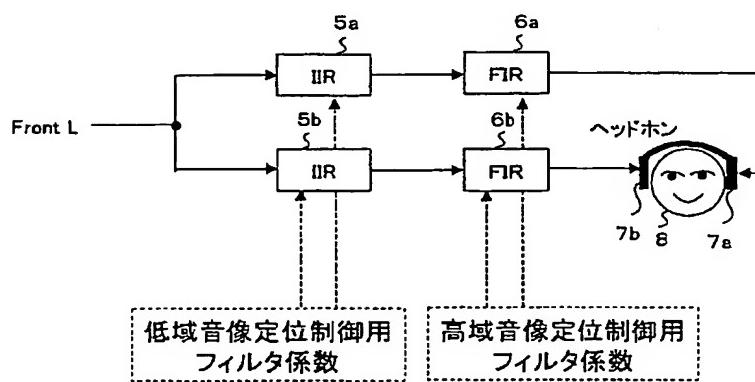
24a, 24b 加算器

25a, 25b, 25c, 25d, 25e, 25f, 25g ゲイン設定器

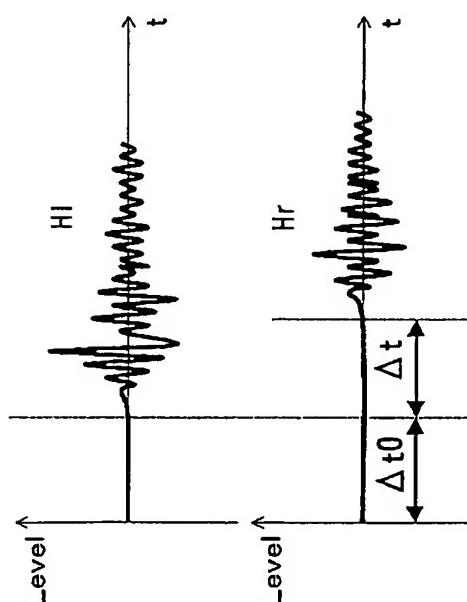
26a, 26b, 26c, 26d, 26e, 26f 加算器

27a, 27b 遅延器

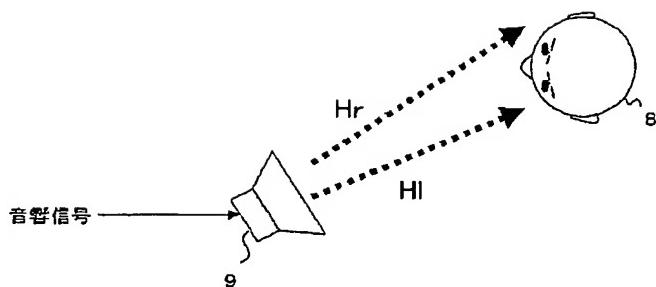
【図1】



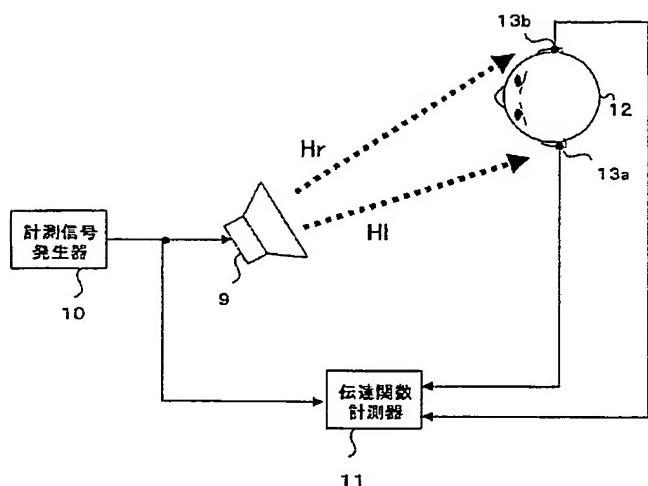
【図6】



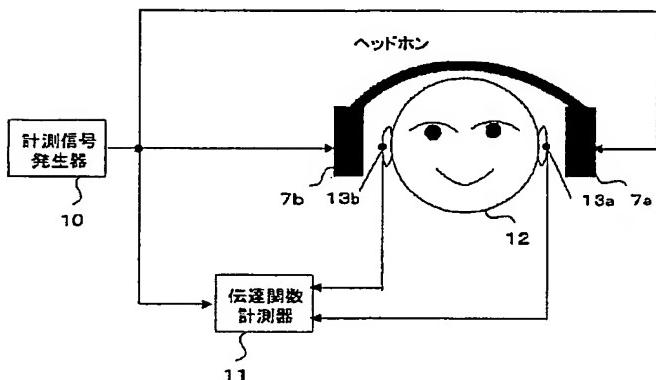
【図 2】



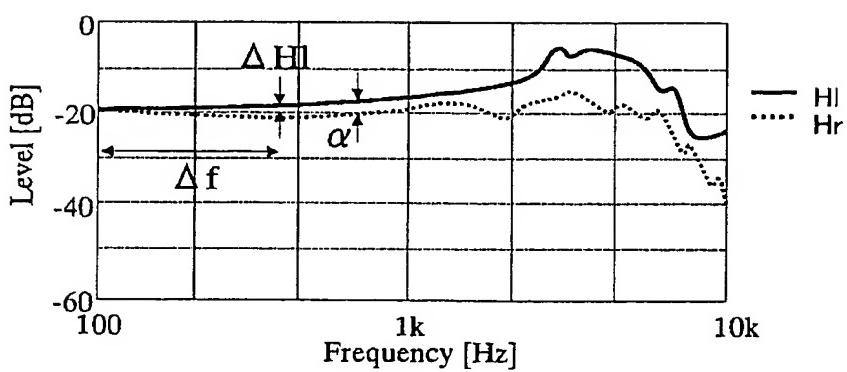
【図 3】



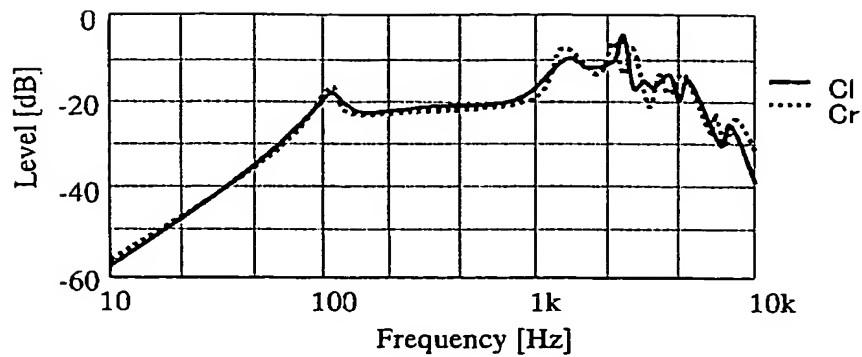
【図 4】



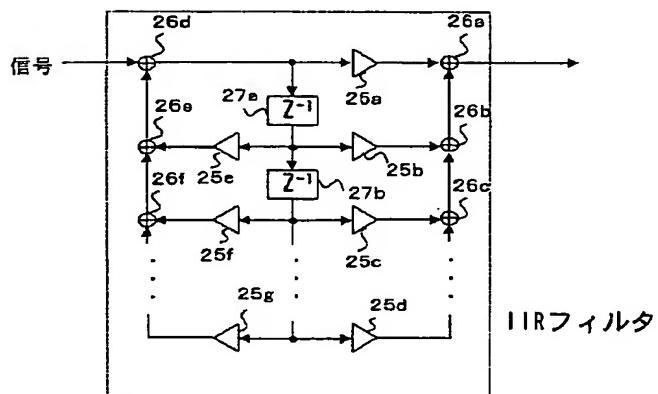
【図 5】



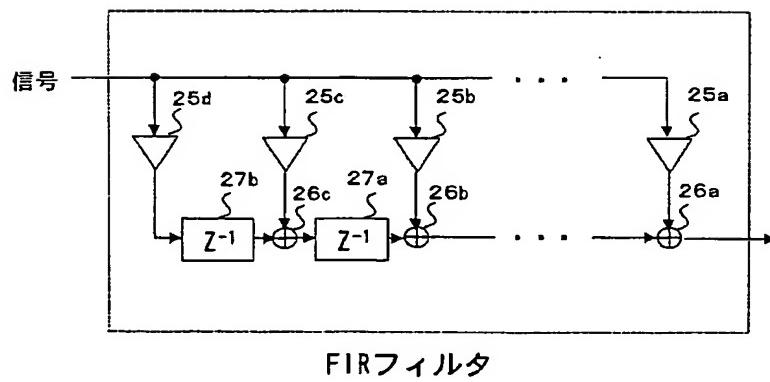
【図7】



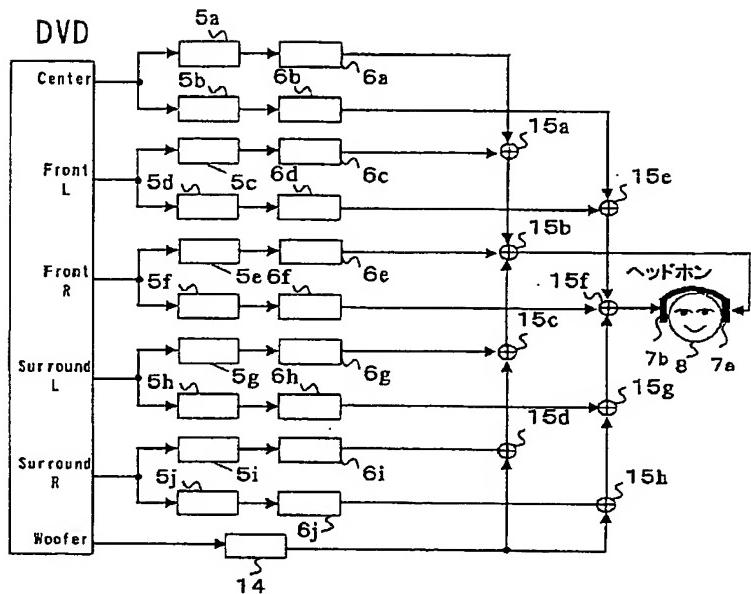
【図8】



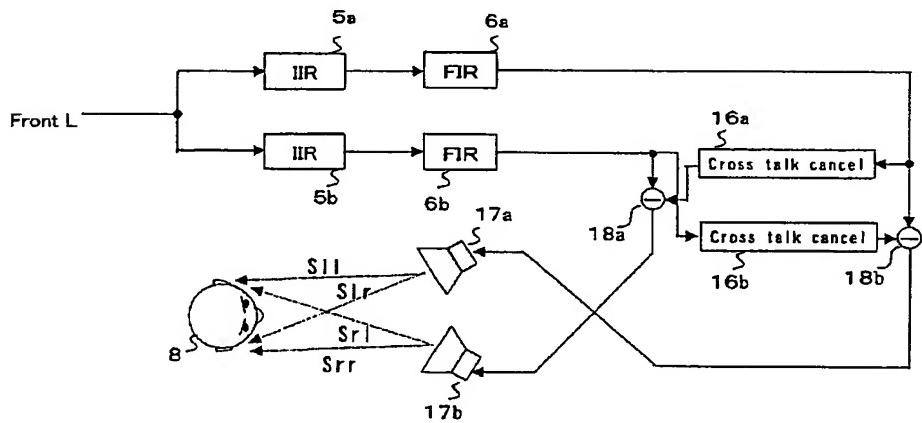
【図9】



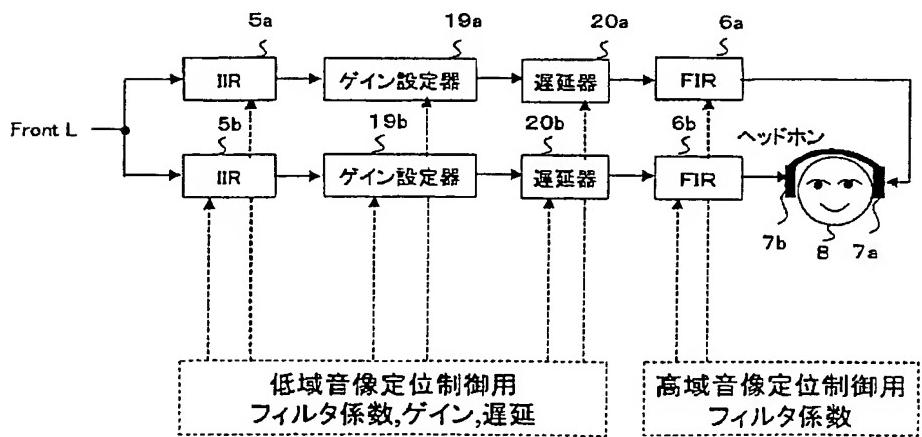
【図 10】



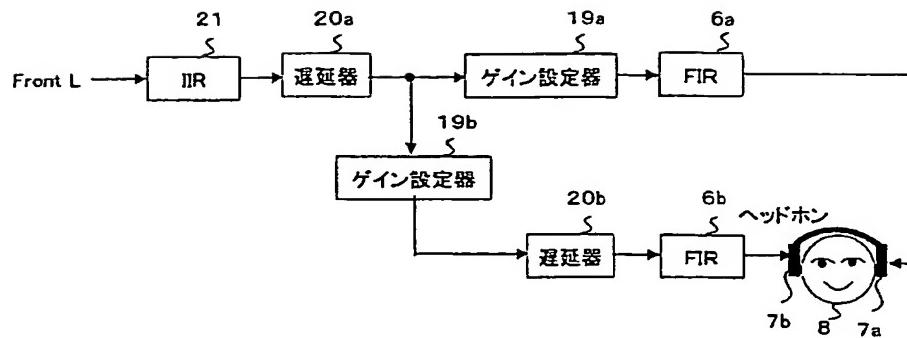
【図 11】



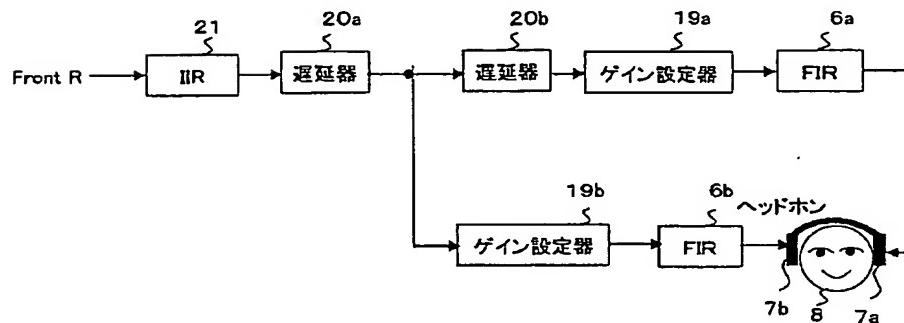
【図 12】



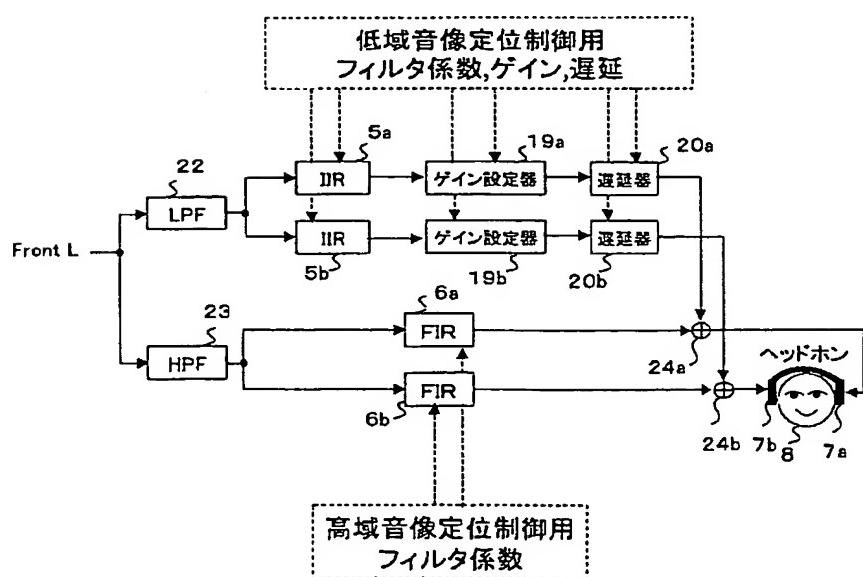
【図13】



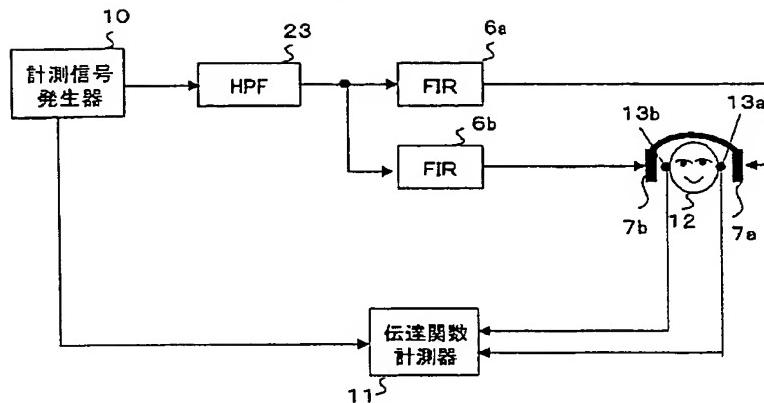
【図14】



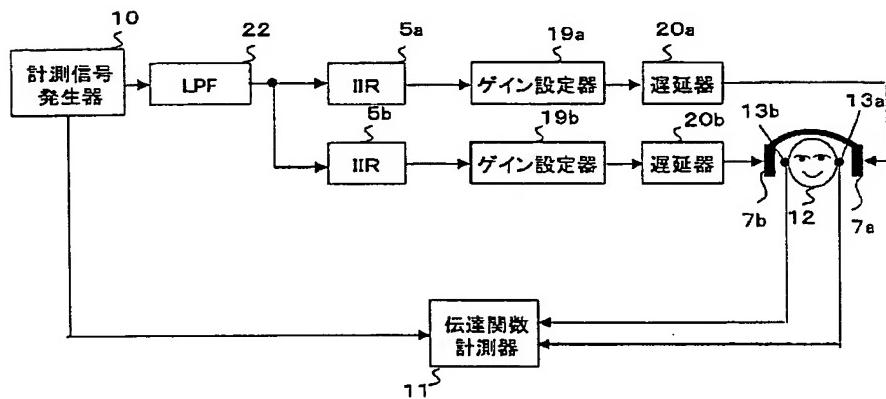
【図15】



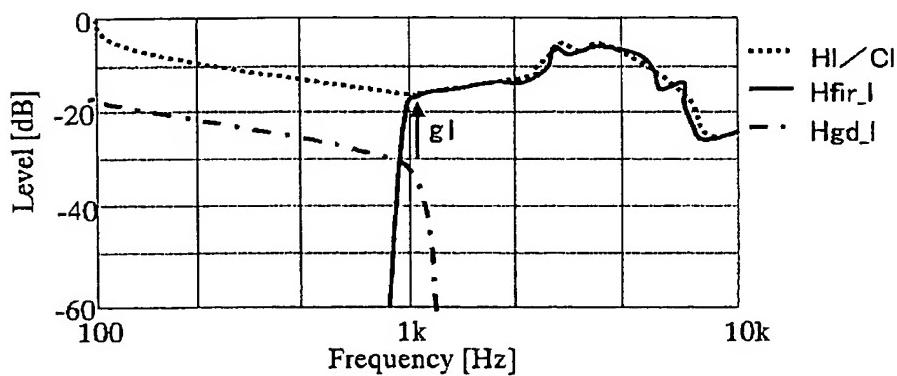
【図 16】



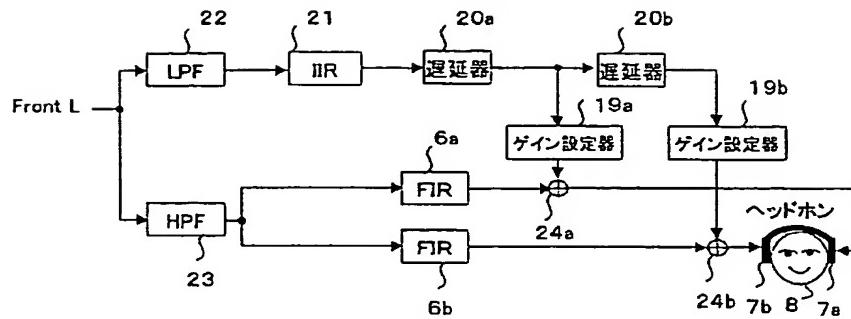
【図 17】



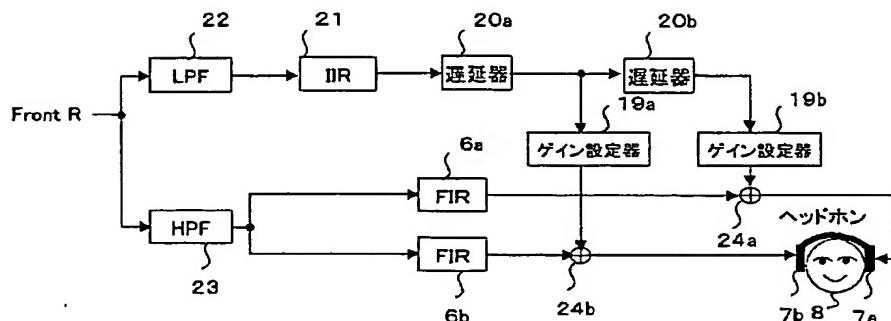
【図 18】



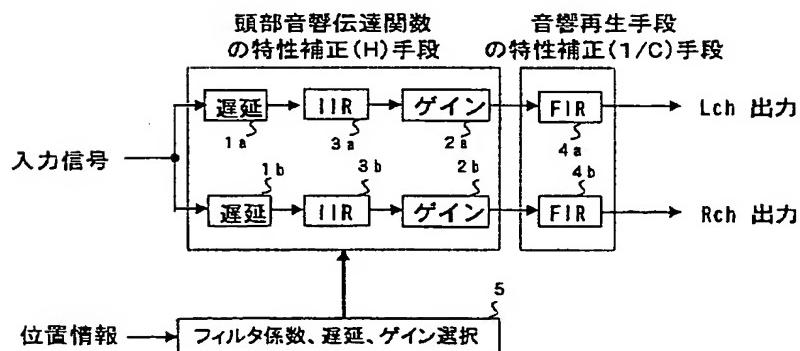
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

(72) 発明者 橋本 裕之  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 角張 勲  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 阿部 一任  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

F ターム (参考) 5D062 AA65 AA74 BB10

THIS PAGE BLANK (USPTO)